

Зимин С.П.

Zimin S.P.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

E-LEARNING RESOURCES FOR THE STUDIES OF MICROELECTRONICS TECHNOLOGICAL PROCESSES

zimin@uniyar.ac.ru

*Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова
г. Ярославль*



Рассматриваются возможности использования образовательных Интернет-ресурсов для углубленного изучения студентами технологических процессов создания интегральных схем. Приводится пример сайта, на котором размещены специальные моделирующие программы и калькуляторы по расчетам основных технологических и физических параметров.

The possibilities of an advanced student studies of the technological processes of the integrated circuits fabrication by means of educational Internet sites are reviewed. Example of the Internet site that host specialized simulation programs and basic technological and physical parameters calculators is presented.

Студенты, специализирующиеся в области микроэлектроники и наноэлектроники, уже на 3-м курсе приступают к изучению сложных технологических процессов создания интегральных систем. При этом происходит резкий скачок от экспериментальной базы, применяемой при преподавании курсов общей физики, к современному технологическому уровню промышленных линий производства интегральных схем. Ряд ведущих зарубежных университетов, осуществляющих подготовку специалистов для компьютерной техники и микроэлектроники, на своих сайтах разместили учебные материалы с наглядной демонстрацией принципов работы технологических установок и устройств микро- и наноэлектроники. Спонсорами таких сайтов зачастую выступают известные промышленные фирмы, которые дополнительно размещают информацию о своих разработках, отражающих передовой уровень развития технологии. На этих сайтах студенты после освоения лекционного материала по тому или иному технологическому процессу получают возможность познакомиться с самыми новыми производственными линиями и на наглядных анимационных изображениях понять принципы их работы.



Рис.1. Система распыления Denton.



Рис.2. Установка для механического полирования кремниевых пластин.

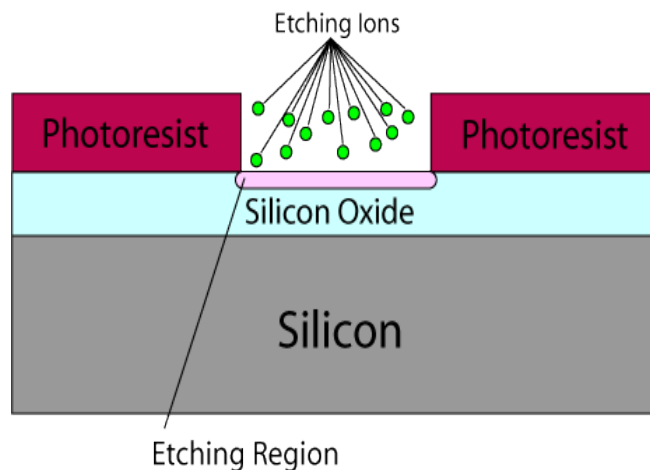


Рис.3. Изображение процесса травления ионами фтора пленки диоксида кремния.

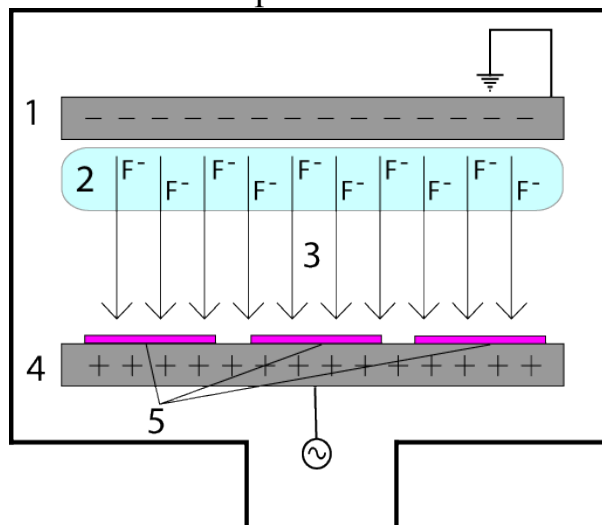


Рис.4. Схема процесса плазмо-химической очистки подложек.

В частности, Brigham Yang University на своем сайте <http://www.cleanroom.byu.edu> открыл для свободного доступа несколько разделов, посвященных различным технологическим операциям микроэлектроники от подготовки подложек до проведения процессов диффузии, имплантации, окисления и т.д. [1]. На сайте размещены фотографии производственных установок (примеры приведены на рис.1 и 2), видео-инструкции для операторов, изображения физических процессов (примеры показаны на рис.3 и 4), специальные рабочие программы и встроенные калькуляторы, которые рассчитывают параметры технологических процессов и выдают результат на экране компьютера.

В разделе <http://www.cleanroom.byu.edu/OxideTimeCalc.phtml> изучаются процессы термического окисления кремния для создания пленок диоксида кремния, при вариации условий процесса и ориентации пластин рассчитываются параметры формируемых пленок SiO_2 . При переходе на страничку <http://www.cleanroom.byu.edu/DopConCalc.phtml> можно решать задачи по диффузионным процессам в кремнии и строить профиль распределения примеси при изменении технологических параметров. Построению профиля примеси при имплантации посвящен блок <http://www.cleanroom.byu.edu/ImplantConCal.phtml>, где моделируются

физические законы ионной имплантации. Моделирующие программы позволяют изменять тип пластины, легирующую примесь, энергию ионов, дозу облучения. Студент может путем варьирования параметрами процесса достигать требуемого в задаче профиля легирования с наглядной демонстрацией результатов в виде графических зависимостей. Решению задач по совместному применению ионной имплантации и диффузионного отжига посвящен раздел <http://www.cleanroom.byu.edu/implantcal.phtml>, где конечный результат динамически наглядно изменяется при изменении условий процессов. Определение толщин пленок диоксида олова на основании цветового метода отражен на странице http://www.cleanroom.byu.edu/color_chart.phtml, метод контроля толщин пленок методом эллипсометрии описан в разделе http://www.cleanroom.byu.edu/color_chart.phtml.

Выводы. Представляемые ресурсы данного сайта широко используются автором в ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова» при проведении практических занятий по курсу «Основы технологии интегральных систем», при выдаче расчетных заданий по различным разделам дисциплины [2]. Возможности сайта повышают общий уровень понимания изучаемых процессов, позволяют студенту самостоятельно постигать тонкости технологических операций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.cleanroom.byu.edu>
2. Зимин С.П. Физические основы технологии интегральных систем. Задачник. Ярославль, ЯрГУ, 2008.- 36с.